# الفصل الأول

## مدخل الى علم الفيزياء

# ١-١ الرياضيات والفيزياء

- الفيزياء هي فرع من فروع العلم يعني بدراسة العالم الطبيعي: الطاقة والمادة وكيفية ارتباطهما.
- تستخدم الفيزياء الرياضيات بوصفها لغة قادرة على التعبير عن القوانين والظواهر الفيزيائية بشكل واضح ومفهوم
- تمثل المعادلات الرياضية في الفيزياء أداة مهمة لنمذجة المشاهدات ووضع التوقعات لتفسير الظواهر الفيزيائية المختلفة
- الطريقة العلمية هي عملية منظمة للمشاهدة والتجريب والتحليل للإجابة عن الاسئلة حول العالم الطبيعي
- تبدأ الطريقة العملية بطرح أسئلة بناء على مشاهدات ثم محاولة البحث عن إجابات منطقية لها عن طريق وضع فرضيات
- الفرضية هي تخمين علمي عن كيفية ارتباط المتغيرات بعضها ببعض

- لاختبار الفرضية يتم تصميم التجارب العلمية وتنفيذها وتسجيل النتائج وتنظيمها ثم تحليلها في محاولة لتفسير النتائج أو توقع نتائج جديدة،ويجب أن تكون التجارب والنتائج قابلة للتكرار أي أن يكون باستطاعة باحثين آخرين اعادة التجربة والحصول على نفس النتائج
- تسهل النماذج العلمية دراسة وتفسير الظواهر الطبيعية والعلمية
- اذا لم تؤكد البيانات الجديدة صحة النموذج وجب إعادة اختبار كليهما
- القانون العلمي هو قاعدة طبيعية تجمع مشاهدات مترابطة لوصف ظاهرة طبيعية
- النظرية العلمية هي إطار يجمع بين عناصر البناء العلمي في موضوع من موضوعات العلم وهو قادر على تفسير المشاهدات والملاحظات المدعومة بنتائج تجريبية

# ٢–١ القياس

- القياس هو مقارنة كمية مجهولة بأخرى معيارية
- الدقة هي خاصية من خصائص الكمية المقيسة التي تصف درجة اتقان القياس
- يعد النظام الدولي للوحدات **SI units** النظام الأوسع انتشارا في جميع أنحاء العالم ويضم ٧ كميات أساسية وقد حددت باستخدام القياس المباشر
- تحليل الوحدات هو طريقة التعامل مع الوحدات بوصفها كميات جبرية بحيث يمكن الغاؤها ويمكن ان تستخدم للتأكد من ان وحدات الاجابة صحيحة و لإيجاد معامل التحويل
- الضبط هو من خصائص الكمية المقيسة وهو يصف متى اتفاق نتائج القياس مع القيمة الحقيقية أي القيمة المعتمدة المقيسة من خلال تجارب مخصصه ومن قبل خبراء مؤهلين
- يصف الضبط كيف تتفق نتائج القياس مع القيمة المقبولة في القياس
- تمثل كلا من الدقة والضبط خاصية من خصائص القيم المقيسة

| الكمية الأساسية | الوحدة الأساسية | الرمز |
|---|---|---|
| الطول Length | meter | m |
| الكتلة mass | Kilogram | Kg |
| الزمن time | second | S |
| درجة الحرارة temperature | Kelvin | K |
| كمية المادة amount of substance | Mole | Mol |
| التيار الكهربائي electric current | ampere | A |
| شدة الإضاءة luminous intensity | candela | cd |

# الكميات الأساسية ووحدات قياسها في النظام الدولي

- تعتمد الدقة على كل من الأداة والطريقة المستخدمة في القياس وكلما كانت الأداة ذات تدريج بقيم أصغر كانت أكثر دقة
- دقة القياس تساوي نصف قيمة أصغر تدريج في الأداة
- من أكثر الأخطاء شيوعا ما ينتج عن الزاوية التي تؤخذ القراءة من خلالها حيث يجب أن تقرأ التدريجات عاموديا وبعين واحدة
- اذا قرئ التدريج بشكل مائل فإننا نحصل على قيمة مختلفة وغير مضبوطة وهذا ما يسمى اختلاف زاوية النظر
- اختلاف زاوية النظر هو التغير الظاهري في موقع الجسم عند النظر اليه من زوايا مختلفة

# الفصل الثاني

## تمثيل الحركة

# ١-٢ تصوير الحركة

- أنواع الحركة: الحركة في خط مستقيم والحركة الدائرية والحركة على شكل منحنى والحركة الاهتزازية
- مخطط الحركة هو صور متتابعة تظهر مواقع جسم متحرك في فترات زمنية متساوية
- نموذج الجسيم النقطي هو تمثيل لحركة الجسم بسلسلة متتابعة من النقاط المفردة
- يبين المخطط التوضيحي للحركة موقع جسم خلال أزمنة متعاقبة
- يستخدم في نموذج الجسيم النفطي مجموعة من النقاط المفردة المتتالية بدلا من الجسم في المخطط التوضيحي للحركة

# ٢-٢ الموقع والزمن

- النظام الإحداثي هو نظام يستخدم لوصف الحركة بحيث يحدد موقع نقطة الصفر للمتغير المدروس والاتجاه الذي تتزايد فيه قيم المتغير
- نقطة الأصل هي النقطة التي تكون عندها قيمة كل المتغيرين صفرا
- الموقع هو المسافة الفاصلة بين الجسم ونقطة الأصل ويمكن أن تكون موجبة أو سالبة
- المسافة هي كمية عددية تصف بعد الجسم عن نقطة الأصل
- الكميات المتجهة هي كميات فيزيائية لها مقدار واتجاه
- الكميات العددية هي كميات فيزيائية لها مقدار وليس لها اتجاه
- الفترة الزمنية $\Delta \mathbf{t} = \mathbf{t_f} - \mathbf{t_i}$
- الإزاحة هي كمية فيزيائية متجهة تمثل مقدار التغير الذي يحدث لموقع الجسم في اتجاه معين خلال فترة زمنية معينة

$$\Delta d = d_f - d_i$$

# ٣-٢ منحنى الموقع والزمن

- منحنى الموقع والزمن هو رسم بياني يحدد إحداثيات الزمن على المحور الأفقي x وإحداثيات الموقع على المحور الرأسي y
- خط المواءمة الأفضل هو أفضل خط مستقيم يمر بأغلب النقاط
- لرسم الخط البياني نحدد الموقع بدلالة الزمن ثم نرسم أفضل خط مستقيم بمر بأغلب النقاط
- هناك طرائق مختلفة لوصف الحركة فيمكن وصفها بالكلمات أو بالصور (التمثيل التصويري)،ومخططات الحركة وجداول البيانات ومنحنى الموقع والزمن وهذه جميعا طرائق متكافئة أي تحتوي على المعلومات نفسها ومع ذلك قد يكون بعض هذه الطرق أكثر فائدة من الأخرى وفقا لما تريد معرفته عن الحركة
- الموقع اللحظي هو موقع الجسم عند لحظة معينة

# ٤-٢ السرعة المتجهة

- يدل الميل او الانحدار الأكبر في الخط البياني على أن مقدار التغير في الإزاحة أكبر خلال الفترة الزمنية نفسها
- السرعة المتجهة المتوسطة تعبر عن كل من قيمة السرعة المتوسطة والاتجاه الذي يتحرك فيه
- السرعة المتوسطة هي القيمة الحسابية لسرعة الجسم وهي القيمة المطلقة لميل الخط البياني في منحنى الموقع والزمن
- السرعة المتوسطة المتجهة التغير في موقع الجسم مقسوما على الفترة الزمنية التي حدث التغير خلالها وهي تساوي ميل الخط البياني لمنحنى الموقع والزمن
- السرعة المتجهة اللحظية هي سرعة الجسم خلال لحظة معينة
- اذا كانت السرعة المتجهة اللحظية لجسم ما ثابتة فإنها عندئذ تكون مساوية لسرعته المتجهة المتوسطة
- اذا تحرك الجسم بسرعة متجهة ثابتة في خط مستقيم فإننا نقول ان سرعته منتظمة لذا تكون حركته منتظمة

- ميل الخط البياني في منحنى السرعة والزمن لجسم هو السرعة المتجهة المتوسطة لحركة الجسم وهي تعبر عن مقدار السرعة التي يتحرك بها الجسم واتجاهها
- السرعة المتجهة المتوسطة $$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$
- معادلة الحركة بدلالة السرعة المتجهة المتوسطة

$$d = v_t + d_i$$

# الفصل الثالث

## الحركة المتسارعة

# ١–٣ التسارع (العجلة)

- المؤشران الرئيسان اللذان يعبران عن التغير في السرعة هما التغير في أطوال المسافات بين النقاط و الفرق بين أطوال متجهات السرعة
- منحنى (السرعة المتجهة–الزمن) هو رسم بياني يمثل تغير السرعة المتجهة بدلالة الزمن وتحديد اشارة تسارع الجسم المتحرك
- التسارع هو المعدل الزمني لتغير السرعة المتجهة للجسم
- التسارع اللحظي هو التغير في السرعة عند لحظة زمنية محددة
- التسارع المتوسط لجسم يساوي ميل خط البياني بمنحى السرعة المتجهة والزمن
- عندما تتغير سرعة جسم بمعدل منتظم يكون له تسارع ثابت
- التسارع المتوسط

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta \mathbf{t}}$$

# ٢–٣ الحركة بتسارع ثابت

- المساحة تحت منحنى السرعة المتجهة و الزمن لجسم متحرك تساوي مقدار ازاحته
- السرعة المتجهة النهائية بدلالة التسارع المتوسط

$$\mathbf{V_f = v_i + a\Delta t}$$

- الجسم الذي يتحرك بتسارع ثابت يغير سرعته المتجهة بمعدل ثابت
- الموقع بدلالة التسارع المتوسط

$$d_f = d_i + v_i \times t_f + \frac{1}{2} a\, t_f^2$$

- السرعة المتجهة بدلالة التسارع الثابت

$$\mathbf{V_f^2 = v_i^2 + 2a\,(d_f - d_i)}$$

# ٣-٣ السقوط الحر

- التسارع الناتج عن الجاذبيه الارضية: يساوي ٩,٨٠ M/S^2في اتجاه الاسفل وتعتمد اشارته في المعادلات على النظام الاحداثي الذي تم اختياره
- التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية هو تسارع جسم يسقط سقوطا حرا نتيجة تأثير الجاذبية الأرضية فيه
- تستخدم معادلات الحركة بتسارع ثابت في حل مسائل تتضمن الاجسام التي تسقط سقوط حر

# الفصل الرابع

## القوى في بعد واحد

# ١-٤القوة والحركة

- الجسم الذي يعاني من دفع أو سحب تؤثر فيه قوة
- للقوة مقدار واتجاه
- القوة هي سحب او دفع يؤثر في جسم ما وتؤدي هذه القوة الى زيادة سرعة الجسم او إبطائها او تغير اتجاه حركته رمزها **f**
- تقسم القوى الى قوى مجال وقوى تلامس
- قوة التلامس قوة تتولد عندما يلامس جسم من المحيط الخارجي النظام
- قوة المجال هي قوة  تؤثر في الاجسام بغض النظر عن وجود تلامس فيما بينها
- مخطط الجسم الحر هو نموذج فيزيائي يمثل القوى المؤثرة في النظام
- القوة المحصلة هي قوة تعمل عمل مجموعة من القوى مقدارا واتجاها وتساوي ناتج جمع متجهات جميع القوى المؤثرة في الجسم
- لايجاد القوة المحصلة نجمع القوى التي تؤثر في الجسم باعتبارها متجهات

- القصور الذاتي هي خاصيه للجسم لمانعة أي تغير في حالته الحركية
- الجسم الذي توثر فيه القوه المحصله مقدارها صفر يكون متزنا
- قانون نيوتن الاول: الجسم الساكن يبقى ساكنا والجسم المتحرك يبقى متحرك في خط مستقيم وبسرعة منتظمة فقط اذا كانت محصلة القوى المؤثرة فيه تساوي صفرا
- قانون نيوتن الثاني : تسارع الجسم يساوي محصلة القوى المؤثرة فيه مقسوما على كتلة الجسم
- قانون نيوتن الثاني

$$a = \frac{f_{\text{المحصلة}}}{m} \qquad F_g = mg$$

| القوة | الرمز | التعريف | الاتجاه |
|---|---|---|---|
| الاحتكاك | $F_f$ | قوة تلامس تؤثر في اتجاه معاكس للحركة الانزلاقية بين السطوح | موازية للسطح في عكس اتجاه الحركة الانزلاقية |
| العمودية | $F_N$ | قوة تلامس يؤثر بها سطح في جسم ما | عمودية على سطحي التلامس بين السطح والجسم في اتجاه الخارج |
| النابض | $F_{sp}$ | قوة الدفع أو السحب التي يؤثر بها نابض في جسم ما | في عكس اتجاه ازاحة الجسم |
| الشد | $F_t$ | قوة يؤثر بها خيط أو حبل في جسم متصل به وتؤدي الى سحبه | تؤثر عند نقطة الاتصال في اتجاه مواز للخيط او الحبل او السلك ومبتعدة عن الجسم |
| الدفع | $F_{thurst}$ | قوى تحرك أجساما مثل الصاروخ والسيارة | في اتجاه تسارع الجسم عند اهمال المقاومة |
| الوزن | $F_g$ | قوة مجال تنتج عن الجاذبية الأرضية بين جسمين | الى اسفل في اتجاه مركز الأرض |

# ٢-٤ استخدام قوانين نيوتن

- الوزن الظاهري هو الوزن الذي نحس به او نقيسه نتيجة تأثير قوة تلامس في الجسم تكسبه تسارعا
- يعتمد وزن جسم ما على التسارع الناتج عن الجاذبية الارضية وكتلة الجسم
- تأثير القوة المعيقة على جسم يحدد بواسطة حركة الجسم وخصائص كل من الجسم والمائع
- القوة المعيقة هي قوة ممانعة يؤثر بها المائع في جسم يتحرك خلاله وتعتمد على حركة الجسم وعلى خصائص كل من الجسم والمائع
- اذا وصلت سرعة جسم ساقط الى حد ان القوة المعيقة تساوي وزنه فان الجسم يحتفظ بسرعة منتظمة تسمى السرعة الحدية
- السرعة الحدية هي سرعة منتظمة يصل اليها الجسم الساقط سقوطا حرا عندما تتساوى القوة المعيقة مع قوة الجاذبية

# ٣–٤ قوى التأثير المتبادل

- أزواج التأثير المتبادل هما زوجان من القوى متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه
- قانون نيوتن الثالث ينص على أن القوة التي يؤثر بها **A** في **B** تساوي المقدار وتعاكس في الاتجاه للقوة التي يؤثر بها **B** في **A**
- قانون نيوتن الثالث $\mathbf{F}_{(\text{A في B})} = \mathbf{F}_{(\text{B في A})}$
- قوة الشد هي اسم يطلق على القوة التي يؤثر بها خيط أو حبل
- القوة العمودية هي قوة تلامس يؤثر بها سطح في جسم آخر وتكون دائما عمودية على مستوى التلامس بين الجسمين

# الفصل الخامس

## القوى في بعدين

# ١-٥ المتجهات

- يمكن تطبيق عملية جمع المتجهات حتى ولو لم تكن في الاتجاه نفسه
- يمكن جمع المتجهات بوضع ذيل متجه على رأس متجه آخر ثم رسم المتجه بتوصيل ذيل المتجه الأول مع رأس المتجه الثاني
- عند تحريك متجه دون تغيير طوله واتجاهه فان المتجه لا يتغير
- يمكن إيجاد طول الوتر للمثلث القائم الزاوية باستعمال نظرية فيثاغورس $R^2 = A^2 + B^2$
- اذا كانت الزاوية بين الزاويتين المراد جمعها أقل من ٩٠ يمكن استعمال قانون الجيب او جيب التمام
- قانون جيب التمام $\mathbf{R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta}$
- قانون الجيب

$$\frac{\mathbf{R}}{\mathbf{\sin\theta}} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{\sin a}} = \frac{\mathbf{b}}{\mathbf{\sin b}}$$

- تحليل المتجه هو عملية تجزئة المتجه الى مركبتيه
- المركبات هي
- المتجه الأصلي يمثل الوتر في مثلث قائم الزاوية مما يعني أن مقدار المتجه الأصلي يكون دائما أكبر من مقدار أي مركبة من مركبتيه
- اتجاه أي متجه يحدد بالنسبة للإحداثيات
- عندما تكون الزاوية التي يصنعها المتجه مع محور **x** الموجب فإن إشارة إحدى المركبتين أو كلاهما سالبة
- تحلل المتجهات الى مركباتها لأن ذلك يسهل عملية جمع المتجهات حسابيا
- يمكن جمع متجهين أو أكثر وذلك بتحليل كل متجه الى مركبتيه **x** و **y** ثم تجمع المركبات الأفقية (مركبات **X**) للمتجهات لتكون المركبة الأفقية للمحصلة ثم تجمع المركبات الرأسية (مركبات **y**) للمتجهات لتكون المركبة الأساسية للمحصلة
- زاوية المتجه المحصل $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{Ry}{Rx}\right)$

# ٢–٥ الاحتكاك

- الاحتكاك الحركي هو قوة تؤثر في السطح عندما يتحرك ملامسا سطحا آخر
- الاحتكاك السكوني وهو قوة تؤثر في سطح بواسطة سطح آخر عندما لا تكون هناك حركة بينهما
- تعتمد قوة الاحتكاك بشكل أساسي على المواد التي تتكون منها السطوح
- كلما زادت قوة دفع جسم لآخر زادت قوة الاحتكاك الناتجة
- هناك تناسب طردي بين قوة الاحتكاك السكوني والقوة العمودية
- الميل يرتبط بمقدار قوة الاحتكاك الناتجة ويسمى ميل هذا الخط معامل الاحتكاك الحركي
- قوة الاحتكاك الحركي $\mathbf{Fk = \mu k\ Fn}$

- ترتبط قوة الاحتكاك السكوني القصوى بالقوة العمودية
- قوة الاحتكاك السكوني هي استجابة لقوة أخرى تحاول أن تجعل الجسم الساكن يبدأ حركته
- اذا كان هناك قوة تحاول ان تسبب الحركة فان قوة الاحتكاك السكوني تزداد لتصل للقيمة القصوى قبل أن تتغلب عليها القوة المؤثرة وتبدأ الحركة
- قوة الاحتكاك السكوني $Fs \leq \mu s\, Fn$
- معامل الاحتكاك الحركي هو ميل الخط الممثل للعلاقة البيانية بين قوة الاحتكاك الحركي و القوة العمودية وهو ثابت بلا وحدات قياس
- معامل الاحتكاك السكوني هو ثابت بلا وحدات قياس ويعتمد على السطحين المتلامسين ويستعمل لحساب قوة الاحتكاك السكونية العظمى قبل بداية الحركة

- عند التعامل مع الحالات التي تتضمن قوى الاحتكاك ينبغي تذكر الأمور التالية:
- يؤثر الاحتكاك دائما في اتجاه يعاكس اتجاه الحركة
- يعتمد مقدار الاحتكاك على مقدار القوة العمودية بين السطحين
- حاصل ضرب معامل الاحتكاك السكوني في القوة العمودية يعطي القوة القصوى لقوة الاحتكاك السكوني

# ٣-٥ القوة والحركة في بعدين

- الاتزان يعني أني الجسم ساكن أو يتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم
- القوة الموازنة هي القوة التي تجعل الجسم متزن
- القوة المحصلة هي القوة التي لها نفس تأثير قوتين مجتمعتين
- يمكن الحصول على القوة الموازنة بإيجاد القوة المحصلة المؤثرة في الجسم ثم التأثير بقوة تساويها في المقدار وتعاكسها في الاتجاه
- الجسم الموجود على سطح مائل له مركبة وزن في اتجاه يوازي السطح تجعل الجسم يتسارع في اتجاه أسفل السطح
- اهم خطوة في تحليل المسائل التي تتضمن حركة جسم على سطح مائل هي اختيار نظام احداثي مناسب

# الفصل السادس

## الحركة في بعدين

# ٦-١ حركة المقذوف

- المقذوف هو جسم يطلق في الهواء وله حركتان مستقلتان احداهما افقية و الأخرى رأسية وبعد اطلاقه يتحرك تحت تأثير قوة الجاذبية فقط
- مسار المقذوف هو مسار يسلكه الجسم المقذوف في الفضاء
- الحركتان الرأسية والأفقية للمقذوف مستقلتان
- المركبة الأساسية للمقذوف لها تسارع ثابت
- اذا اهملنا مقاومة الهواء فلن يكون للمركبة الأفقية لحركة المقذوف تسارع وتكون سرعتها المتجهة ثابتة
- تحل مسائل المقذوفات أولا باستعمال الحركة الرأسية لربط الارتفاع وزمن التحليق والسرعة الابتدائية ثم نجد المسافة المقطوعة أفقيا
- الجسم المقذوف رأسيا ليس له سرعة ابتدائية لذلك فحركته الرأسية تشبه حركة الجسم الذي يسقط رأسيا من السكون وتتزايد السرعة الى الأسفل بانتظام بسبب قوة الجاذبية الأرضية

- السرعة في الاتجاه الأفقي ثابتة دائما لعدم وجود قوى تؤثر في الكرة في هذا الاتجاه
- تجمع السرعة الأفقية والرأسية لتشكل السرعة المتجهة الكلية
- يتساوى مقدار السرعة أثناء الصعود والنزول عند كل نقطة في الاتجاه الرأسي والاختلاف الوحيد هو الاتجاه فهما متعاكستان
- المدى الأفقي هو المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف
- في أقصى ارتفاع يصله المقذوف تكون هناك سرعة أفقية فقط لأن الرأسية تساوي صفرا
- يعتمد المدى الأفقي على تسارع الجاذبية الأرضية وعلى مركبتي تسارع المتجهة النسبية
- يسمى المسار الذي يتبعه المقذوف في الهواء القطع المكافئ

# ٢-٦ الحركة الدائرية

- الحركة الدائرية المنتظمة هي حركة جسيم بسرعة ثابتة المقدار حول دائرة نصف قطرها ثابت
- عندما يدور جسم حول الدائرة فإن طول متجه الموقع لا يتغير لكن اتجاهه يتغير
- متجه الموقع هو متجه ازاحة ذيله عند نقطة الأصل
- التسارع المركزي هو تسارع جسم يتحرك حركة دائرية بسرعة ثابتة المقدار ويكون في اتجاه مركز الدائرة التي يتحرك فيها الجسم
- لأن تسارع الجسم الذي يتحرك في مسار دائري يكون في اتجاه المركز لابد ان تكون القوة المحصلة في اتجاه مركز الدائرة ايضا
- القوة المركزية هي محصلة القوى التي تؤثر في اتجاه مركز الدائرة وتسبب التسارع المركزي للجسم

- القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدائرية

$$F_{\text{المحصلة}} = ma_c$$

- الجسم الذي يسير بسرعة ثابتة المقدار في مسار دائري يتسارع في اتجاه مركز الدائرة لذا يكون له تسارع مركزي
- يمكن التعبير عن التسارع المركزي بدلالة الزمن الدوري T

$$\mathbf{a_c} = \frac{\mathbf{4\pi^2 r}}{\mathbf{T^2}}$$

# ٣-٦ السرعة المتجهة النسبية

- السرعة المتجهة النسبية

$$V_{a/c} = v_{a/b} + v_{b/c}$$

- مفتاح التحليل الصحيح لمسائل السرعة المتجهة النسبية في بعدين هو الرسم الصحيح لمثلث يمثل السرعات المتجهة الثلاث

# الفصل السابع

## الجاذبية

# ١-٧ حركة الكواكب والجاذبية

- العالم البولندي كوبرنيكس بين ان حركة الكواكب يمكن فهمها بشكل أفضل اذا افترضنا أن الأرض وغيرها من الكواكب تدور حول الشمس
- العالم تايكو براهي توصل خطأ إلى ان الشمس والقمر يدوران حول الارض وتدور الكواكب الاخرى حول الشمس
- العالم كبلر اعتقد ان الشمس تولد قوة على الكواكب المحيطة واعتبرها مركز المجموعة الشمسية
- قانون كبلر الأول ينص على أن مدارات الكواكب اهليجية وتكون الشمس في احدى البؤرتين فالشكل الاهليجي له بؤرتان وتدور المذنبات في مدارات اهليجية ايضا
- ينص القانون الثاني لكبلر على ان الخط الوهمي من الشمس الى الكوكب يمسح مساحات متساوية في أزمنة متساوية

- ينص القانون الثالث لكبلر ان مربع زمنين دوريين لكوكبين حول الشمس يساوي مكعب النسبة بين متوسطي بعديهما عن الشمس

$$\left(\frac{R_A}{R_B}\right)^3 = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2$$

- القانونين الأول والثاني يطبقان كل كوكب على حده أما الثالث يربط بين حركة أكثر من كوكب حول الجسم نفسه لذا فهو يستعمل في مقارنة ابعاد الكواكب عن الشمس بأزمانها الدورية ويستعمل لمقارنة الأبعاد والأزمان الدورية للقمر والأقمار الصناعية حول الأرض
- استعمل العالم هنري كافندش جهاز لكشف قوة الجاذبية بين جسمين وللجهاز كرتين كبيرة من الرصاص وكرتين صغيرة من الرصاص و محور ثابت ومرآة ومحور قابل للدوران ومصدر ضوء

- أدت قوة التجاذب بين الكرتين الصغيرة والكبيرة دوران الذراع وعند تساوي قوة اللي للسلك الرفيع وقوة التجاذب بين الكرات تتوقف الذراع عن الدوران وقد تمكن كافندش من قياس قوة التجاذب بين الكتل من خلال قياسه للزاوية التي شكلها دوران الذراع
- تسمى تجربة كافندش أحيانا إيجاد وزن الأرض لأن تجربته ساعدت على حساب كتلة الأرض وبمعرفة قيمة الثابت يمكن قياس كتلة الشمس أيضا اضافة لحساب قوة الجانبية بين أي كتلتين وذلك بتطبيق قانون نيوتن للجذب الكوني
- نتج عن جهاز كافندش ان الثابت G يساوي

$$\mathbf{G} = \mathbf{6.67 \times 10^{-11} N.} m^2/kg^2$$

- قوة الجاذبية هي قوة التجاذب بين جسمين وتتناسب طرديا مع كتل الاجسام
- قانون الجذب الكوني ينص على ان قوة التجاذب بين أي جسمين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بين مركزيهما

$$F = G\left(\frac{m_1 m_2}{r^2}\right)$$

- الزمن الدوري لكوكب يدور حول الشمس

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{g m_s}}$$

# ٢–٧ استخدام قانون الجذب الكوني

- يعبر عن سرعة جسم يتحرك في مسار دائري بالقانون

$$v = \sqrt{\frac{Gm_e}{r}}$$

- يعبر عن الزمن الدوري لقمر صناعي يتحرك في مدى دائري بالعلاقة

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_e}}$$

- مجال الجاذبية هو تأثير محيط بجسم له كتلة

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

- كتلة القصور هي مقياس لمانعة او مقاومة جسم لاي نوع من القوى

$$m_{\text{القصور}} = \frac{F_{\text{المحصلة}}}{a}$$

- كتلة الجاذبية تحدد مقدار قوة الجاذبية بين جسمين

$$m_{\text{الجاذبية}} = \frac{r^2 F_{\text{الجاذبية}}}{GM}$$